

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/034484 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷:

H01M

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzelchen: PCT/EP2003/010148

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PAULUS, Uli [DE/DE]; Tennentalstrasse 13, 75392 Deckenfronn (DE). SCHRÖTER, Dirk [DE/DE]; Korber Strasse 2/1, 71364 Winnenden (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. September 2003 (12.09.2003)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(74) Anwälte: KOCHER, Klaus-Peter usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546 Stuttgart (DE).

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(30) Angaben zur Priorität:

102 45 794.8 1. Oktober 2002 (01.10.2002) DE

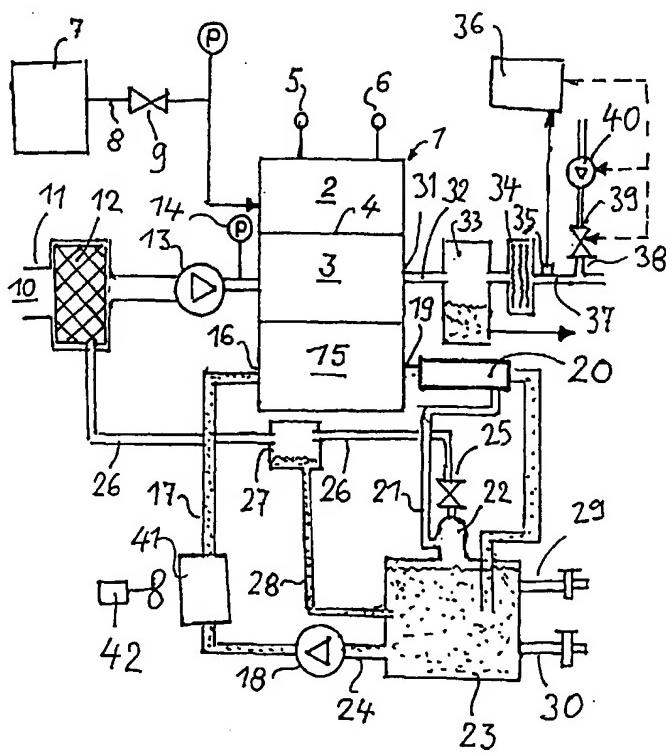
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM PROVIDED WITH A COOLING CIRCUIT

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENSYSTEM MIT EINEM KÜHLKREISLAUF



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for cooling a system which comprises a fuel cell (1). A cooling device (15) of a cooling circuit containing a liquid cooling agent is arranged at least in the fuel cell. Means for separating gas eventually penetrated in the liquid cooling agent from the fuel cell (1) and for transmitting said gas in an oxygen-containing gas flow in the fuel cell are arranged thereoutside in the cooling system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kühlen eines Brennstoffzellensystems. Das System enthält eine Brennstoffzelle (1). Wenigstens in der Brennstoffzelle ist eine Kühlseinrichtung (15) vorhanden, die Bestandteil eines Kühlkreislaufs mit einem flüssigen Kühlmittel ist. Im Kühlkreislauf ausserhalb der Brennstoffzelle (1) sind Mittel vorgesehen, mit denen Gase, die aus der Brennstoffzelle (1) eventuell in das flüssige Kühlmittel eindringen, ausgeschieden und dem Gasmassenstrom des sauerstoffhaltigen Gases, das in die Brennstoffzelle eingespeist wird, zugeführt werden.

WO 2004/034484 A2

WO 2004/034484 A2



Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Brennstoffzellensystem mit einem Kühlkreislauf

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kühlen eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenraum, dem ein wasserstoffhaltiges Gas zugeführt wird, und einen Kathodenraum aufweist, dem über ein Luftsaugsystem ein sauerstoffhaltiges Gas zugeführt wird, wobei wenigstens in der Brennstoffzelle eine Kühleinrichtung angeordnet ist, die Teil eines Kühlkreislaufs ist, in dem ein flüssiges Kühlmittel bewegt wird. Unter Brennstoffzelle ist hierbei sowohl eine einzelne als auch ein Stapel von mehreren Brennstoffzellen zu verstehen, die einen Stapel, ein sog. Stack, bilden.

Es ist ein Energieerzeugungssystem mit einem Brennstoffzellensystem bekannt, das eine elektrochemische Brennstoffzelle aufweist, die einen Anodenraum und einen Kathodenraum enthält, die von einer protonenleitenden Membran getrennt sind. Dem Kathodenraum wird sauerstoffhaltiges Gas, insbesondere Luft, und dem Anodenraum ein wasserstoffhaltiges Gas zugeführt. Die Brennstoffzelle ist als Brennstoffzellenstack ausgebildet und enthält eine Kühleinrichtung bzw. einen Wärmetauscher, der Bestandteil eines geschlossenen Kühlkreislaufs ist, in dem eine Pumpe das Kühlmittel Wasser bewegt. Der Kühlkreislauf enthält ein Reservoir das mit einem Einlass an einen Ausgang der Kühleinrichtung der Brennstoffzelle und mit einem Auslass an die Pumpe angeschlossen ist, die in den Eingang der Kühleinrichtung der Brennstoffzelle das Wasser einspeist (EP 0800 708 B1).

Während des Betriebs einer Brennstoffzelle mit einer in deren Innerem angeordneten Kühleinrichtung kann es unter Umständen zum Eindringen von wasserstoffhaltigem Brenngas und/oder Luft

in das Kühlmittel kommen. Ursache für das Eindringen dieser Gase in das Kühlmittel können Leckagen oder eine Diffusion sein. Hier setzt die Erfindung ein, der das Problem zugrunde liegt, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kühlen eines Brennstoffzellensystems mit wenigstens einem in einer Brennstoffzelle angeordneten, in einem Kreislauf von einem flüssigen Kühlmittel durchflossenen Wärmetauscher anzugeben, in dem trotz Eindringen von Gasen aus dem Anoden- und/oder Kathodenraum der Brennstoffzelle eine Gefährdung durch die Entstehung eines zündfähigen Gemisch von Gasen vermieden wird.

Das Problem wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in dem Kühlkreislauf außerhalb der Brennstoffzelle im flüssigen Kühlmittel enthaltene gasförmige Bestandteile abgeschieden und über einen Ausleitungskanal, der keine Zündquellen für ein zündfähiges Gemisch enthält, dem Luftansaugsystem zugeführt werden. Die Erfindung beruht auf dem Prinzip, das eventuell im Kühlmittel enthaltene Gas dem Luftansaugsystem zuzuführen, in dem es mit einem sehr großen Luftstrom vermischt wird. Durch diese Vermischung wird der Gehalt eines eventuell aus der Brennstoffzelle stammenden, mit Sauerstoff bei einem bestimmten Verhältnis ein zündfähiges Gemisch bildenden Gases im Luftmassestrom so stark herabgesetzt, dass kein zündfähiges Gemisch mehr entstehen kann. In dem flüssigen Kühlmittel kann sich aufgrund der Lösung der Gase bzw. der Bildung von im flüssigen Kühlmittel schwimmenden Gasblasen kleinster Größenordnung kein zündfähiges Gemisch ausbilden.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform wird das aus dem Ausgang der Kühleinrichtung der Brennstoffzelle austretende Kühlmittel einem Beruhigungsbehälter zugeführt, aus dem bei einem vorab eingestellten Überdruckwert Gas abgeführt und über den Ausleitungskanal dem sauerstoffhaltigen Gasmassenstrom des Luftansaugsystems zugeführt wird und der bei einem den Überdruckwert unterschreitenden Druck zur Vermeidung des Austritts von Gas zum Ausleitungskanal hin geschlossen ist.

Beim Eindringen von Gasen aus der Brennstoffzelle in das Kühlmittel wird dieses in seinem Lösungsverhalten auch aufgrund seiner Erwärmung so verändert, dass gelöste Gase in schwimmenden Blasen kleinster Größenordnung verwandelt werden. Dieses Gemisch gelangt in den Beruhigungsbehälter, in dem die Gasblasen abgesondert werden. Das Gas tritt im Beruhigungsbehälter nach oben in einen Gassammelbereich, wobei sich ein Gasdruck aufbaut. Bei Erreichen eines vorgegebenen Druckwerts, der vorab eingestellt ist, wird der Ausleitungskanal für die Ausleitung des Gases freigegeben und nach dem Absinken des Drucks im Beruhigungsbehälter unter einen vor gebaren Wert wieder gesperrt, so dass keine Kühlflüssigkeit in den Ausleitungskanal gelangen kann.

Bei einer günstigen Ausführungsform wird aus dem flüssigen Kühlmittel vor dem Beruhigungsbehälter mit einer Entlüftungsleitung im Kühlmittel eventuell vorhandenes Gas abgeschieden und in den Beruhigungsbehälter eingespeist. Auf diese Weise wird mit zwei Methoden eine sehr gute Entgasung des Kühlmittels erzielt.

Vorzugsweise werden Gase aus dem Ausleitungskanal im Bereich eines Luftfilters des Luftsaugsystems dem Luftmassestrom zugeführt. Damit wird eine gute gleichmäßige Vermischung erreicht.

Bei einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform werden die Abgase aus der Brennstoffzelle mit einem Wasserstoffsensor auf den Gehalt an Wasserstoff überwacht, wobei bei Erreichen eines voreingestellten Grenzwerts des Gasgehalts durch Beimischung von wasserstofffreiem Gas die Konzentration von Wasserstoff im Abgas unter den Grenzwert gesenkt wird. Mit dieser Maßnahme kann der Gehalt an Wasserstoffgas auf einen sehr niedrigen Wert herabgesetzt werden.

Bei einer anderen günstigen Ausführungsform werden die Abgase aus der Brennstoffzelle über einen Katalysator geleitet, mit

dem die Konzentration an Wasserstoff in den Abgasen reduziert wird.

Zweckmäßigerweise wird nach dem Abschalten der Brennstoffzelle und abgestelltem Kühlmittelumlauf ein Kompressor im Luftsaugsystem für die Lufteinspeisung in die Brennstoffzelle auf Nachlauf für eine vorgebbare Zeitdauer eingestellt. Damit wird das Luftsaugsystem von eventuell noch vorhandenem Brenngas bzw. Wasserstoff durch Spülung gereinigt.

Bei einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art wird das Problem erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass dem Auslass bzw. Ausgang der Kühleinrichtung der Brennstoffzelle ein Beruhigungsbehälter für das flüssige Kühlmittel mit einem Gassammelbereich nachgeschaltet ist, wobei am Gassammelbereich ein Gasauslassventil angeordnet ist, das bei einem vorgebbaren Gasvolumen oder Gasdruck im Beruhigungsbehälter betätigbar und ausgangsseitig über einen Ausleitungskanal, der keine Zündquellen für ein zündfähiges Gasgemisch aufweist, mit dem Ansaugsystem für das sauerstoffhaltige Gas verbunden ist. Bei dem sauerstoffhaltigen Gas handelt es sich im allgemeinen um Luft. Mit der erfindungsgemäßen Kühleinrichtung wird verhindert, dass aus der Brennstoffzelle z. B. durch Diffusion oder Leckagen in das Kühlmittel eindringende Gase an Zündquellen gelangen, wo bei einer kritischen Konzentration gegebenenfalls eine explosionsartige Verbrennung stattfinden könnte. Mit der Kühleinrichtung der vorstehend beschriebenen Art wird trotz des Eindringens von Gasen aus der Brennstoffzelle in das Kühlmittel eine ungefährliche Arbeitsweise der Brennstoffzelle und des Kühlkreislaufs erzielt.

Vorzugsweise ist zwischen dem Ausgang bzw. Auslass der Kühleinrichtung der Brennstoffzelle und dem Gassammelbereich des Beruhigungsbehälters eine Entlüftungsleitung angeordnet. Unter Entlüftungsleitung ist auch eine Leitung zu verstehen, mit der aus einer Flüssigkeit Gase, also nicht nur Luft abgeschieden werden. Mit dieser weiteren Ausführungsform und dem

Beruhigungsbehälter wird auf zwei verschiedene Arten eine sehr wirksame Entgasung des Kühlmittels erreicht.

Besonders günstig ist es, wenn der vom Beruhigungsbehälter ausgehende Ausleitungskanal im Bereich eines Gasfilters im Gasansaugsystem für das sauerstoffhaltige Gas mündet, da damit eine gleichmäßige Mischung der Gase mit dem sauerstoffhaltigen Gas, vorzugsweise Luft, stattfindet. Durch die Vermischung wird ein eventuell aus der Brennstoffzelle über den Kühlkreislauf eingeschlepptes Gas sehr stark in der Konzentration in dem der Brennstoffzelle zugeführten Gasstrom vermindert. Das in dem sauerstoffhaltigen Gasstrom gegebenenfalls vorhandene Brenngas gelangt in die Brennstoffzelle, d.h. in den Kathodenraum und verlässt diesen mit den in diesem entstehenden Abgasen über den Abgasausgang.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist in der Abgasleitung für die Reaktionsprodukte der Brennstoffzelle ein Sensor für die Messung des Gehalts an Brenngas im Abgasstrom vorgesehen und mit einer Steuereinheit verbunden, in der ein Grenzwert für den Gehalt an Brenngas im Abgasstrom eingestellt ist und durch den ein Ventil in einem Zugang zur Abgasleitung steuerbar ist, das beim Erreichen des eingestellten Grenzwerts eine Öffnung in der Abgasleitung für die Beimischung von Luft freigibt.

Bei einer günstigen Ausführungsform ist im Zuge der Abgasleitung ein Katalysator für die Reduzierung des Brenngases im Abgasstrom vorhanden. Es ist also eine redundante Reduzierung des Gehalts an Brenngas, insbesondere Wasserstoff, im Abgasstrom vorgesehen, wodurch eine große Sicherheit für die Reduzierung des Brenngases gewährleistet wird.

Zweckmäßigerweise bestehen der Beruhigungsbehälter, das Gasauslassventil und der Ausleitungskanal aus antistatischen Werkstoffen, wodurch statische Aufladungen und die Entstehung elektrischer Entladungen vermieden werden.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben.

In der Zeichnung ist schematisch ein Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle dargestellt, die im Inneren eine Kühleinrichtung bzw. einen Wärmetauscher aufweist, wobei die Kühleinrichtung in einem Kühlkreislauf mit einem bewegten flüssigen Kühlmittel angeordnet ist.

Das Brennstoffzellensystem für die Erzeugung elektrischer Energie enthält eine Brennstoffzelle 1, die insbesondere als sog. Brennstoffzellenstack mit zahlreichen einzelnen Brennstoffzellen ausgebildet ist. Die Brennstoffzelle 1 enthält eine Anodenraum 2 und einen Kathodenraum 3, die von einer protonenleitenden Membran 4 getrennt sind. Durch eine elektrochemische Reaktion zwischen Anode und Kathode erzeugt die Brennstoffzelle 1 eine elektrische Spannung, die an Ausgangsleitungen 5, 6 abgreifbar ist. An der Anode wird Brenngas, insbesondere Wasserstoff oxidiert und an der Kathode Sauerstoff, der insbesondere in der Luft enthalten ist, reduziert. Dem Anodenraum 2 wird aus einer Brenngasquelle, insbesondere Wasserstoffquelle, z. B. aus einem Tank 7, in dem unter Druck der Wasserstoff gespeichert ist, über eine Speiseleitung 8 in deren Zug ein Druckregelventil 9 angeordnet ist, Wasserstoff zugeführt. Der Druck des Wasserstoffs am Einlass des Anodenraums 2 wird mit einem nicht näher bezeichneten Drucksensor gemessen. Ein Ansaugsystem für ein sauerstoffhaltiges Gas, insbesondere Luft, weist ein einer Öffnung 10 eines Ansaugkanals 11 nachgeschaltetes Luftfilter 12 auf. Im weiteren Verlauf des Ansaugkanals 11 befindet sich ein Kompressor 13, von dem aus komprimierte Luft, deren Druck mit einem entsprechenden Sensor 14 gemessen wird, in den Anodenraum eingespeist wird.

Die Brennstoffzelle 1 weist eine Kühleinrichtung 15 bzw. einen Wärmetauscher auf, durch die bzw. den ein flüssiges Kühlmittel, insbesondere Wasser, gemischt mit einem Frostschutzmittel, hindurchbewegt wird. Der Eingang bzw. Einlass 16 der Kühleinrichtung 15 ist über eine Leitung 17 mit einem Kühler bzw. Wärmetauscher und einer Kühlmittelpumpe 18 verbunden. Der Auslass 19 bzw. Ausgang der Kühleinrichtung 15 ist an eine Entlüftungsleitung 20 angeschlossen, die dem Kühlmittel, das die Brennstoffzelle 1 über den Auslass 19 verläßt, eventuell in Form von feinen Bläschen beigemischte bzw. gelöste Gase entzieht und über eine Leitung 21 in einen Gassammelbereich 22 eines Beruhigungsbehälters 23 einspeist. Die Entlüftungsleitung 20 verläuft in Bezug auf das Kühlmittel ebenfalls zum Beruhigungsbehälter 23 und mündet unterhalb des Flüssigkeitsspiegels in den Behälter 23, der einen nicht näher bezeichneten Ausgang unterhalb des Flüssigkeitsspiegels aufweist. Dieser Ausgang ist über eine Leitung 24 mit dem Ansaugeingang der Kühlmittelpumpe 18 verbunden.

Der Gassammelbereich 22 ist an einem Ausgang bzw. Auslass mit einem Überdruckventil 25 verbunden, von dem aus ein Ausleitungskanal 26 bzw. eine Rohrleitung zum Luftsaugsystem verläuft. Im Zuge des Ausleitungskanals 26 kann ein Feuchtigkeitsseparator 27 angeordnet sein, von dem aus abgeschiedenes Kühlmittel über eine Leitung 28 in den Beruhigungsbehälter 23 zurückgespeist wird. Die Rohrleitung 26 mündet in das Gehäuse mit dem Luftfilter 12. Das Überdruckventil 25, der Ausleitungskanal 26, der Feuchtigkeitsseparator 27 und der Beruhigungsbehälter 23 bestehen aus antistatischen Werkstoffen. Am Beruhigungsbehälter 23 sind eine mit einem Ventil versehene Einfüllleitung 29 und eine mit einem Ventil versehene Auslassleitung 30 vorgesehen. Die Brennstoffzelle 1 weist am Kathodenraum 3 einen Ausgang bzw. Auslass 31 für Reaktionsprodukte bzw. Gase auf, die über eine Rohrleitung 32 in einen Feuchtigkeitsseparator 33 gelangen der den Reaktionsprodukten Wasser entzieht, der in das Brennstoffzellensystem zurückgespeist oder in die Atmosphäre ausgestoßen werden kann. Bei-

spielsweise kann ein Teil des Wassers der angesaugten Luft zugeführt werden, die beim Einströmen in die Brennstoffzelle 1 einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt haben soll, um die Membran 4 feuchtzuhalten.

Dem Feuchtigkeitsseparator 33 ist in einem nicht näher bezeichneten Gehäuse ein Katalysator 34 nachgeschaltet, durch den im Abgasstrom enthaltenes Wasserstoffgas oxidiert wird.

Ein Sensor 35 am Ausgang des Gehäuses des Katalysators 34 erfassst den Wasserstoffanteil im Abgasstrom und überträgt die Messwerte zu einer Steuereinheit 36. Der Ausgang des Gehäuses des Katalysators 34 ist an eine Ausgangsleitung 37 angeschlossen, die eine Zulaufleitung 38 aufweist, in der ein von der Steuereinheit 36 betätigbares Ventil 39 bzw. ein Schieber angeordnet ist. Am Eingang der Zulaufleitung 38 befindet sich ein Ventilator 40, der von der Steuereinheit 36 ein- und ausgeschaltet wird. Der zwischen der Kühlmittelpumpe 18 und dem Einlass 16 im Zuge der Leitung 17 angeordnete Kühler 41 kann von einem Lüfter 42 mit Kühlluft versorgt werden.

Beim Durchfluss des Kühlmittels durch die Brennstoffzelle 1 wird das Kühlmittel erwärmt. Es kann durch Diffusion und/oder Leckagen Wasserstoff und/oder Luft in das flüssige Kühlmittel gelangen. Kritisch ist insbesondere das Eindringen von Wasserstoff, da dieser in bestimmten Konzentrationen mit Sauerstoff ein zündfähiges Gemisch bilden kann. Die in das Kühlmittel eindringbare Menge an Wasserstoff und /oder Sauerstoff bzw. Luft ist nicht bestimmbar. Mit der Erfindung wird verhindert, dass eine Gefährdung des Kühlkreislaufs durch das Eindringen von Wasserstoff und/oder Luft in das Kühlmittel eintritt.

Das Kühlmittel, in dem gegebenenfalls Wasserstoff und/oder Luft in Bläschen kleinster Größenordnung enthalten sind, gelangt aus der Kühleinrichtung 15 in die Entlüftungsleitung 20. Eine derartige Leitung ist an sich auch als Debubbling-

Leitung bekannt. In der Entlüftungsleitung 20 trifft das Kühlmittel auf einen Blasenseparator. Die in der Entlüftungsleitung 20 abgeschiedenen Gase strömen in den Gassammelraum 22 des Beruhigungsbehälters 23. Das Kühlmittel strömt aus der Entlüftungsleitung 20 in den Beruhigungsbehälter 23, in dem es wiederum auf einen Blasenseparator trifft, durch den Gasblasen in der Flüssigkeit ausgeschieden werden. Das ausgeschiedene Gas steigt nach oben in den Gassammelraum 22. Je größer die Erwärmung des Kühlmittels ist, desto schneller wird das Kühlmittel von den Gasen befreit. Das aus dem Kühlmittel ausgetretene Gas erzeugt im Beruhigungsbehälter 23 ansteigenden Druck. Wird ein am Überdruckventil 25 eingestellter Druckgrenzwert erreicht oder überschritten, dann öffnet das Überdruckventil 25, wodurch Gas in den Ausleitungskanal 26 mit dem Feuchtigkeitsseparator 27 einströmt. Das Gas kann Wasserstoff und/oder Sauerstoff in verschiedenen Konzentrationen enthalten, die von der Diffusions- oder Leckrate in der Brennstoffzelle 1 abhängen. Eine Entzündung dieses Gasgemisches wird aufgrund der antistatischen Werkstoffe der Bauteile, mit denen das Gasgemisch in Berührung kommt, vermieden. Im Gehäuse des Luftfilters 12 wird das Gasgemisch mit dem Luftstrom vermischt, dessen Masse die Masse des zugeführten Gasgemischs weit übersteigt. Deshalb wird eine sehr starke Verdünnung des Gasgemischs erzielt, d. h. selbst bei Wasserstoffgas wird dessen Konzentration im Luftstrom auf einen sehr geringen Wert reduziert.

Eventuell im Luftstrom vorhandener Wasserstoff gelangt mit dem Luftstrom in den Kathodenraum 3 und verlässt diesen mit den Reaktionsgasen über den Auslass 31. Nach der Wasserabscheidung im Feuchtigkeitsseparator 33 strömt das verbliebene Reaktionsgas mit eventuellem geringem Wasserstoffanteil über den Katalysator 34, wodurch der Wasserstoffgehalt noch weiter verringert wird. Der vom Sensor 35 gemessene Wasserstoffgehalt des Gases hinter dem Katalysator 34 wird in der Steuerseinheit 36 mit einem gespeicherten, vorgegebenen Wert verglichen. Wird dieser Wert erreicht oder überschritten, dann öff-

net die Steuereinheit 36 das Ventil 39 und schaltet den Ventilator 40 ein, wodurch der Abgasstrom mit Luft vermischt wird. Der Wasserstoffgehalt im Abgasstrom lässt sich durch die Vermischung mit Luft auf unkritische Werte vermindern, die für die Umwelt unschädlich sind.

Vor der Inbetriebnahme der Kühleinrichtung wird über die Einlassleitung 29 Luft in den Beruhigungsbehälter 23 gepumpt, wodurch der Behälter und der Ausleitungskanal 26 bis zum Luftfilter 12 gespült werden. Nach dem Ausschalten der Kühlmittelpumpe 18 wird der Kompressor 13 noch für kurze Zeit in Betrieb gehalten, wodurch eventuell im Luftansaugsystem vorhandener Wasserstoff ausgespült wird.

Ein Brennstoffzellensystem der oben beschriebenen Art mit der Kühleinrichtung und dem Kühlkreislauf eignet sich besonders als Energiequelle in einer mobilen Vorrichtung wie einem Elektrofahrzeug.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenraum, dem ein wasserstoffhaltiges Gas zugeführt wird, und einen Kathodenraum aufweist, dem über ein Luftsaugsystem ein sauerstoffhaltiges Gas zugeführt wird, wobei wenigstens in der Brennstoffzelle eine Kühleinrichtung angeordnet ist, die Teil eines Kühlkreislaufs ist, in dem ein flüssiges Kühlmittel bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Kühlkreislauf außerhalb der Brennstoffzelle im flüssigen Kühlmittel enthaltene gasförmige Bestandteile abgeschieden und über einen Ausleitungskanal, der keine Zündquellen für ein zündfähiges Gasgemisch enthält, dem Luftsaugsystem zugeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Ausgang der Kühleinrichtung der Brennstoffzelle austretende Kühlmittel einem Beruhigungsbehälter zugeführt wird, aus dem bei einem vorab eingestellten Überdruckwert Gas abgeführt und über den Ausleitungskanal dem sauerstoffhaltigen Gasmassenstrom des Luftsaugsystems zugeführt wird und der bei einem den Überdruckwert unterschreitenden Druck zur Vermeidung des Austritts von Gas zum Ausleitungskanal hin geschlossen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem flüssigen Kühlmittel vor dem Beruhigungsbehälter mit einer Entlüftungsleitung im Kühlmittel eventuell vorhandenes

Gas abgeschieden und in den Beruhigungsbehälter eingespeist wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
Gase aus dem Ausleitungskanal im Bereich eines Luftfilters
des Luftansaugsystems dem Luftmassestrom zugeführt werden.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Abgase aus der Brennstoffzelle mit einem Wasserstoffsensor auf den Gehalt an Wasserstoff überwacht werden und dass
bei Erreichen eines voreingestellten Grenzwerts des Gasgehalts durch Beimischung von wasserstofffreiem Gas die Konzentration von Wasserstoff im Abgas unter den Grenzwert abgesenkt wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Abgase der Brennstoffzelle über einen Katalysator geleitet werden, mit dem die Konzentration an Wasserstoff in den Abgasen reduziert wird.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche;

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
nach dem Abschalten der Brennstoffzelle und abgestelltem Kühlmittelumlauf ein Kompressor im Luftansaugsystem für die Lüft einspeisung in die Brennstoffzelle auf Nachlauf für eine vorgebbare Zeitdauer eingeschaltet bleibt.

8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

vor dem Ingangsetzen des Kühlmittelkreislaufs der Beruhigungsbehälter mit Luft gespült wird.

9. Vorrichtung zum Kühlen eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenraum, dem ein wasserstoffhaltiges Gas zugeführt wird, und einen Kathodenraum aufweist, dem über ein Luftsaugsystem ein sauerstoffhaltiges Gas zugeführt wird, wobei wenigstens in der Brennstoffzelle eine Kühleinrichtung angeordnet ist, die Teil eines Kühlkreislaufs ist, in dem ein flüssiges Kühlmittel bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass dem Auslass (19) bzw. Ausgang der Kühleinrichtung (15) der Brennstoffzelle (1) ein Beruhigungsbehälter (23) für das flüssige Kühlmittel mit einem Gassammelbereich (22) nachgeschaltet ist, dass am Gassammelbereich (22) ein Gasauslassventil (25) angeordnet ist, das bei einem vorgebbaren Gasvolumen oder Gasdruck im Beruhigungsbehälter (23) betätigbar und ausgangsseitig über einen Ausleitungskanal (26), der keine Zündquellen für ein zündfähiges Gasgemisch aufweist, mit dem Ansaugsystem für das sauerstoffhaltige Gas verbunden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ausgang bzw. Auslass (19) der Kühleinrichtung (15) der Brennstoffzelle (1) und dem Gassammelbereich (22) des Beruhigungsbehälters (23) eine Entlüftungsleitung (20) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der vom Beruhigungsbehälter (23) ausgehende Ausleitungskanal (26) im Bereich eines Gasfilters (12) im Gasansaugsystem für das sauerstoffhaltige Gas mündet.

12. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass

in der Abgasleitung (37) für die Reaktionsprodukte der Brennstoffzelle (1) ein Sensor (37) für die Messung des Gehalts an Brenngas im Abgasstrom vorgesehen und mit einer Steuereinheit (36) verbunden ist, in der ein Grenzwert für den Gehalt an Brenngas im Abgasstrom eingestellt ist und durch die ein Ventil (38) in einem Zugang zur Abgasleitung (37) steuerbar ist, das beim Erreichen des Grenzwerts eine Öffnung zur Beimischung von Luft zum Abgasstrom freigibt.

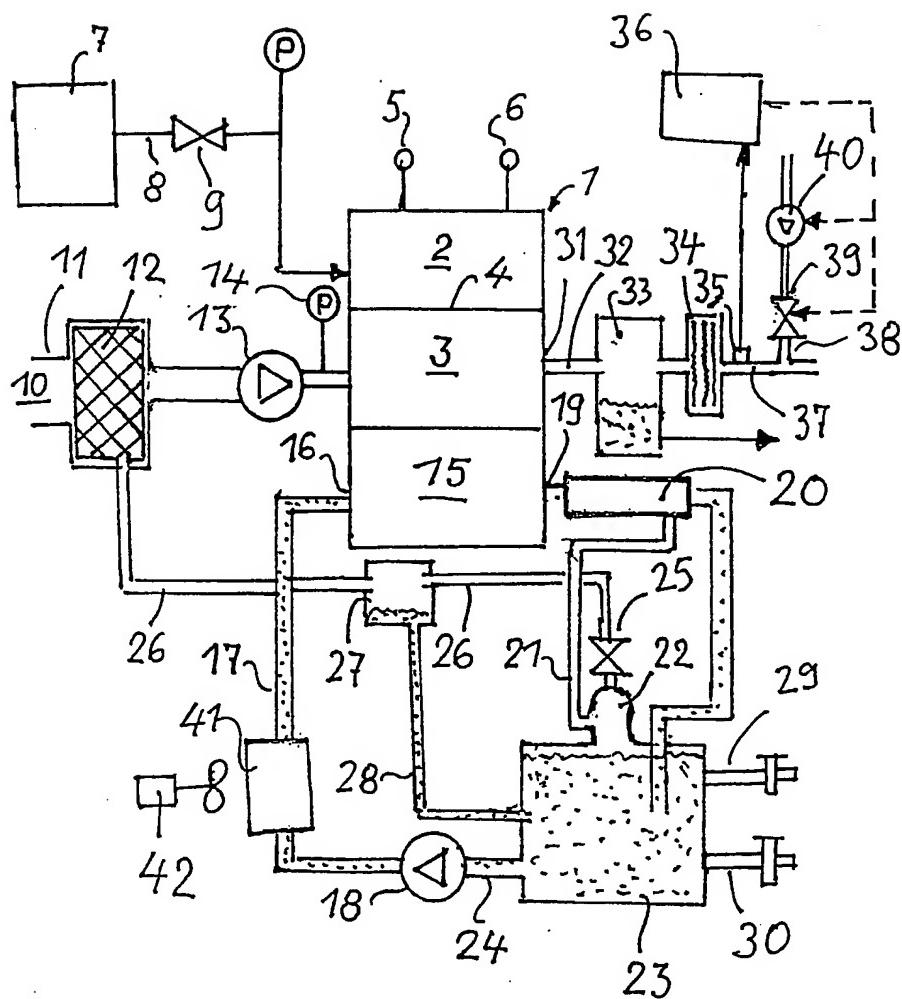
13. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Zuge der Abgasleitung (37) ein Katalysator für die Reduzierung des Brenngases im Abgasstrom vorhanden ist.

14. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Beruhigungsbehälter (23), das Gasauslassventil (25) und der Gasleitungskanal (26) aus antistatischen Werkstoffen bestehen.

15. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Zuge des Ausleitungskanals (26) ein Feuchtigkeitsseparatror (27) aus antistatischem Werkstoff angeordnet ist.

16. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 14, gekennzeichnet durch die Anordnung in einer mobilen Vorrichtung.

1/1



Figur